

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-117006

(43)Date of publication of application : 06.05.1998

(51)Int.CI. H01L 31/04

(21)Application number : 09-242126

(71)Applicant : KANEKA FUCHI CHEM IND CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1997

(72)Inventor : NAKAJIMA AKIHIKO
YOSHIMI MASASHI
SUZUKI TAKAYUKI
YAMAMOTO KENJI

(30)Priority

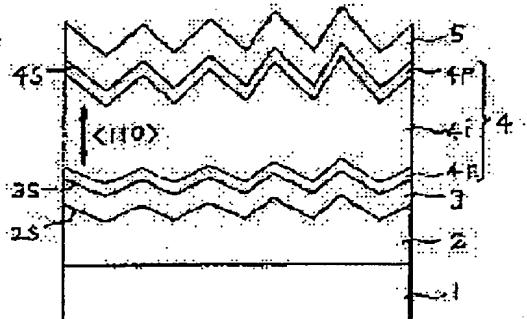
Priority number : 08241195 Priority date : 23.08.1996 Priority country : JP

(54) THIN-FILM PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin-film photovoltaic conversion device having improved optical absorption efficiency.

SOLUTION: The device contains a polycrystalline photovoltaic conversion layer (4) and a metallic thin film (3), covering one main surface thereof. The polycrystalline photovoltaic conversion layer (4) has an average thickness within a range of 0.5 to 20 μ m. At least one of both main surfaces of the polycrystalline photovoltaic conversion layer (4) has a surface texture structure, and the texture structure contains fine irregularities having a difference of elevation which is smaller than half a thickness of the polycrystalline photovoltaic conversion layer (4) and practically in a range of 0.05 to 3 μ m.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP) (12)公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開平10-117006

(43)公開日 平成10年(1998)5月6日

(51)Int.Cl.* H 01 L 31/04 類別記号 F 1 H 01 L 31/04 H

(21)出願番号 特開平9-242126

(22)出願日 平成9年(1997)8月21日

(31)既存の主要番号 特願平8-241195

(32)既存日 平成8(1996)8月23日

(33)既存の主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000000941

仁科化学工業株式会社

(72)発明者 中島 駿

姫路市姫路区姫路町1-20-3

(72)発明者 吉見 駿士

神戸市須磨区北落合1-1-324-403

(72)発明者 仲木 幸之

神戸市垂水区海岸台6-6-532

(72)発明者 山本 記治

神戸市西区淡路多台1丁目2-7W1406

(74)代理人 伊藤士 誠見 久郎 (外2名)

(54)発明の名稱 薄膜光変換装置

(57)要約

【課題】 薄膜光変換装置の改善された薄膜光電変換装置を提供する。

【解決手段】 薄膜光電変換装置は、多結晶光薄膜(4)の両面の少なくとも一方の主面を薄う金属薄膜(3)とを含み、多結晶光電変換装置(4)は0.5~2.0μmの範囲内の平均厚さを有し、多結晶光電変換装置(4)の裏面テクスチャ構造を有し、そのテクスチャ構造は多結晶光電変換装置(4)の厚さの1/2より小さくかつ実質的に0.05~3.0μmの範囲内の平均厚さを有する微細な凹凸を含んでいる。

(58)【発明の詳細な説明】

【請求項1】 前記バッファ層はZnO, In

2 O₃, SnO₂, ZnS, Fe₂O₃、TiO₂, Zn

SおよびZnSeから選択された1つを含むことを特徴

とする請求項9に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項1-1】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は前記平均厚さの1.0倍以上の実効光

学長を有することを特徴とする請求項1から10のいず

れかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項1-2】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は800.0nmの波長の光に関する5.0

%以上の外部量子効率を有することを特徴とする請求項

1から11のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項1-3】 前記多結晶光電変換層の前記第1の主

面上に堆積された実質的にアモルファスのシリコン薄膜

からなるアモルファス光電変換層をさらに含むことを特

徴とする請求項1から12のいずれかの項に記載の薄膜

光電変換装置。

【請求項2】 前記多結晶光電変換層に含まれる多くの

結晶粒の<110>方向は前記厚さの方向に対してすれ

角が1.5度以下の範囲内でほぼ平行であることを特徴と

する請求項11に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項3】 前記第2の主面も裏面テクスチャ構造を

有し、そのテクスチャ構造は前記平均厚さの1/2より

小さくかつ実質的に0.05~3.0μmの範囲内の高低差

を有する微細な凹凸を含むことを特徴とする請求項1ま

たは2に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項4】 前記多結晶光電変換層は、体積結晶化分

率80.0%以上の多結晶シリコンであって、その水蒸含有

量が0.1原子%以上で3.0原子%以下であることを特

徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項5】 前記多結晶光電変換層は、1~1.0μm

の平均厚さを有し、また前記第1と第2の主面の少なく

とも一方が有する裏面テクスチャ構造は、0.0~8~1

μmの範囲内の高低差を有する微細な凹凸を含むことを特

徴とする請求項1から4のいずれかの項に記載の薄膜

光電変換装置。

【請求項6】 前記第1と第2の主面の少なくとも一方

が有する裏面テクスチャ構造は、0.1~0.5μmの

範囲内の高低差を有する微細な凹凸を含むことを特徴と

する請求項5に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項7】 前記金属薄膜は500~1200nmの

範囲内の波長の光に対して高い反射率を有することを特

徴とする請求項1から6のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項8】 前記金属薄膜のうち、少なくとも前記多

結晶光電変換層に面する面はAl, Ga, Au, Cu, Al

およびD₂から選択された1つまたはそれと組合せた金

によって形成されていることを特徴とする請求項7に記載

の薄膜光電変換装置。

【請求項9】 前記金属薄膜と前記多結晶光電変換層と

の間に、0.005~0.15μmの範囲内の厚さを有する透明導電性または透光性半導体のバッファ層が介在

させられていることを特徴とする請求項1から8のいず

れかの項に記載の薄膜光電変換装置。

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1と第2の主面を有しかつ実質的に多結晶の光電変換層と、

前記第2の主面を有する金属薄膜とを含み、前記多結晶光電変換層は実質的に多結晶シリコン薄膜か、

前記第2の主面を有する金属薄膜とを含み、前記多結晶光電変換層は前記平均厚さを有し、

少なくとも前記第1の主面は裏面テクスチャ構造を有し、そのテクスチャ構造は前記平均厚さの1/2より小さくかつ実質的に0.05~3.0μmの範囲内の平均厚さを有する微細な凹凸を含むことを特徴とする薄膜光電変換装置。

【請求項2】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は800.0nmの波長の光に関する5.0

%以上の外部量子効率を有することを特徴とする請求項

1から11のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項3】 前記多結晶光電変換層の前記第1の主

面上に堆積された実質的にアモルファスのシリコン薄膜

からなるアモルファス光電変換層をさらに含むことを特

徴とする請求項11に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項4】 前記第2の主面も裏面テクスチャ構造を

有し、そのテクスチャ構造は前記平均厚さの1/2より

小さくかつ実質的に0.05~3.0μmの範囲内の高低差

を有する微細な凹凸を含むことを特徴とする請求項1ま

たは2に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項5】 前記多結晶光電変換層は、体積結晶化分

率80.0%以上の多結晶シリコンであって、その水蒸含有

量が0.1原子%以上で3.0原子%以下であることを特

徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項6】 前記第1と第2の主面の少なくとも一方

が有する裏面テクスチャ構造は、0.0~8~1

μmの範囲内の高低差を有する微細な凹凸を含むことを特

徴とする請求項1から4のいずれかの項に記載の薄膜

光電変換装置。

【請求項7】 前記金属薄膜と前記多結晶光電変換層と

の間に、0.005~0.15μmの範囲内の厚さを有する透明導

性または透光性半導体のバッファ層が介在して形成さ

れることを特徴とする請求項11に記載の薄膜光電変

換装置。

【請求項8】 本発明は、光吸収系の改善する請求項

1に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項9】 本発明は、光吸収系の改善する請求項

1に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項10】 前記バッファ層はZnO, In

2 O₃, SnO₂, ZnS, Fe₂O₃、TiO₂, Zn

SおよびZnSeから選択された1つを含むことを特徴

とする請求項9に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項1-1】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は前記平均厚さの1.0倍以上の実効光

学長を有することを特徴とする請求項1から10のいず

れかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項1-2】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は800.0nmの波長の光に関する5.0

%以上の外部量子効率を有することを特徴とする請求項

1から11のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項1-3】 前記多結晶光電変換層の前記第1の主

面上に堆積された実質的にアモルファスのシリコン薄膜

からなるアモルファス光電変換層をさらに含むことを特

徴とする請求項11に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項2】 前記多結晶光電変換層に含まれる多くの

結晶粒の<110>方向は前記厚さの方向に対してすれ

角が1.5度以下の範囲内でほぼ平行であることを特徴と

する請求項11に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項3】 前記第2の主面も裏面テクスチャ構造を

有し、そのテクスチャ構造は前記平均厚さの1/2より

小さくかつ実質的に0.05~3.0μmの範囲内の高低差

を有する微細な凹凸を含むことを特徴とする請求項

1から12のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項4】 前記多結晶光電変換層は前記平均厚さの

1/2より小さくかつ実質的に0.05~3.0μmの範囲内の高低差

を有する微細な凹凸を含むことを特徴とする請求項

1から4のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項5】 前記裏面テクスチャ構造の広さは前記第1の主面の

平均厚さの10倍以上であることを特徴とする請求項

1から12のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項6】 前記第1と第2の主面の少なくとも一方

が有する裏面テクスチャ構造は、0.0~8~1

μmの範囲内の高低差を有する微細な凹凸を含むことを特

徴とする請求項1から6のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項7】 前記金属薄膜は500~1200nmの

範囲内の波長の光に対して高い反射率を有することを特

徴とする請求項1から6のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項8】 前記金属薄膜と前記多結晶光電変換層と

の間に、0.005~0.15μmの範囲内の厚さを有する透明導

性または透光性半導体のバッファ層が介在して形成さ

れる請求項1から8のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項9】 本発明は、光吸収系の改善する請求項

1に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項10】 本発明は、光吸収系の改善する請求項

1に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項11】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は前記平均厚さの1.0倍以上の実効光

学長を有することを特徴とする請求項1から10のいず

れかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項12】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は800.0nmの波長の光に関する5.0

%以上の外部量子効率を有することを特徴とする請求項

1から11のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項13】 前記多結晶光電変換層の前記第1の主

面上に堆積された実質的にアモルファスのシリコン薄膜

からなるアモルファス光電変換層をさらに含むことを特

徴とする請求項11に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項14】 前記多結晶光電変換層に含まれる多くの

結晶粒の<110>方向は前記厚さの方向に対してすれ

角が1.5度以下の範囲内でほぼ平行であることを特徴と

する請求項11に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項15】 前記裏面テクスチャ構造の広さは前記第1の主面の

平均厚さの10倍以上であることを特徴とする請求項

1から12のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項16】 前記第1と第2の主面の少なくとも一方

が有する裏面テクスチャ構造は、0.0~8~1

μmの範囲内の高低差を有する微細な凹凸を含むことを特

徴とする請求項1から6のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項17】 前記金属薄膜は500~1200nmの

範囲内の波長の光に対して高い反射率を有することを特

徴とする請求項1から8のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項18】 前記金属薄膜と前記多結晶光電変換層と

の間に、0.005~0.15μmの範囲内の厚さを有する透明導

性または透光性半導体のバッファ層が介在して形成さ

れる請求項1から10のいずれかの項に記載の薄膜光

電変換装置。

【請求項19】 本発明は、光吸収系の改善する請求項

1に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項20】 本発明は、光吸収系の改善する請求項

1に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項21】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は前記平均厚さの1.0倍以上の実効光

学長を有することを特徴とする請求項1から10のいず

れかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項22】 前記裏面テクスチャ構造を有する前記

多結晶光電変換層は800.0nmの波長の光に関する5.0

%以上の外部量子効率を有することを特徴とする請求項

1から11のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項23】 前記多結晶光電変換層の前記第1の主

面上に堆積された実質的にアモルファスのシリコン薄膜

からなるアモルファス光電変換層をさらに含むことを特

徴とする請求項11に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項24】 前記多結晶光電変換層に含まれる多くの

結晶粒の<110>方向は前記厚さの方向に対してすれ

角が1.5度以下の範囲内でほぼ平行であることを特徴と

する請求項11に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項25】 前記裏面テクスチャ構造の広さは前記第1の主面の

平均厚さの10倍以上であることを特徴とする請求項

1から12のいずれかの項に記載の薄膜光電変換装置。

【請求項26】 前記第1と第2の主面の少なくとも一方

が有する裏面テクスチャ構造は、0.0~8~1

μmの範囲内の高低差を有する微細な凹凸を含むことを特

徴とする請求項1から6のいずれかの項に記載の薄膜光

3)

の光電変換層と、その第2の主面を覆う金属薄膜層とを含み；多結晶光電変換層は実質的に多結晶シリコン薄膜からなりかつ0.5～2.0 μm の範囲内の平均厚さを有し；多結晶光電変換層の少なくとも第1の主面は表面面粗さを有し、そのテクスチャ構造は多結晶光電変換層の平均厚さの1/2より小さくかつ実質的に0.05～0.3 μm の範囲内の高低差を有する微細な凹凸を含むことを特徴としている。

【0014】金属反射鏡3はスパッタリング法によって形成することができ、たとえばAGターゲットを用い、0.1~5.0mTorrの圧力のArガス中でRF(高周波)放電を利用して形成することができる。な
ど、ターゲットとしては、Agの他にAu、Cu、Al
などはPtまたはそれらの少なくともいずれかを含む
純金をも用いることができる。形成される金属反射鏡3
の自由表面3Sは、下地電極2との界面2Sに対応し
て微細な凹凸を有する。

「多結晶」とは、完全な多結晶体を意味するのみならず、多くのアモルファスを含む多結晶体をも含むことを意味する。たとえば、半導体は、半導体の結晶構造をもつた多結晶である。

30%以上の多結晶シリコンで形成され得る。多結晶光電変換効率4として、n型層4 n、i型層4 i、およびn型層4 pが単結晶構成される。プラズマCVD条件として、は、たとえば、0.01~5 Torrの圧力と50~500°Cの温度の範囲を利用することができる。また、n型層4 nは、たとえばホスフィン、シリコン、および水素を含む混合ガスを用いたアラスマCVD法によって形成され得る。次に、実質的に真性の半導体であるi型層4 iは、均質型不純物を含まないシリコンガスと水素との混合ガスを用いたアラスマCVD法によって堆積される。

〔0016〕このように形成された多結晶光電変換素4に、
内に含まれる多くの結晶粒の<110>方向は、その光電
子を含む混合ガスを用いるラズマCVD法によって
誘導される。

図4は試験片の厚さを方向に対して角度が約15度以下の範囲で測定した結果である。

（0018）多結晶光電変換層4上には、さらに、たとえばITO（インジウム酸化物）のような透明導電性薄膜で構成される光電変換層4の平均厚さの1/2より小さな範囲内で約0.5～3μmの高遮光率を有している。

電波吸収化物（ヒューリ）層から透明電鏡として形成される。
 [0019] 図1に示されているような多結晶光電変換装置4においては、光が凹凸表面4 Sで屈折して斜め入射する。界面3 Sと凹凸表面4 Sとの間に多量反射をもたらす反射鏡5が設けられる。界面4 Sにおける凹凸の角度によつて、さらには界面3 Sと界面4 Sとの間に異なる屈折率が増大し、薄膜でありながら大きな光吸収量が得られる。界面4 Sにおける凹凸の角度によつて、反射鏡5は多結晶光電変換装置4 のアラマ CVD 条件（温度、圧力、ガス流量、高周波電力等）の調節によつて制御することができ、これにより、光電変換層4 内で強光吸収部に屈折される光の波長を選択することも可能である。すなわち、長波長の光を多結晶光電変換層4 内で強化する。

(d)

先に防風させることにより、特に長波長の光に關する光吸収量を増大させることができる。
〔0020〕ここで、光が空気側から固体媒質に入射する場合、光はその波長に近いサイズの表面凹凸構造との強い相互作用によって大きな散乱効果を生じる。シリコンのように高い屈折率を有する媒質内では伝播する光の波長が $1/n$ となるので、光電変換層 4 の内部から界面 3 までは凹凸表面 4 に到達した光がそこで強く散乱され、また凹凸表面 4 が周囲の凹凸表面 2 と干渉することによって、凹凸表面 4 の凹凸表面 2 に近づくと凹凸表面 4 の凹凸表面 2 が強められ、凹凸表面 2 の凹凸表面 4 が弱められる。

凸のサイズとして、空気中の光の波長を1/n倍したものに相当する距離が好みしい。したがって、界面3 Sおよび凹凸表面4 Sにおける高さ差は0.8~1.0μmの範囲内にあることがより好ましい。

【0021】また、多結晶シリコン薄膜の厚さがたとえば2μmの場合、入射光のうちで、そのシリコン薄膜の裏面まで到達してその裏面と表面との間の多重反射で閉じ込められる光は約500nm以上の波長を有するものである。他方、シリコンに吸収されて光強度に実質的な等しい付与する光の波長は長波長側で約1000nmまで

である。そこで、500~1000 nmの波長域ではシリコン膜の屈折率は約3.5であるので、光屈折が強くなるための表面テクスチャのさらには好みい凹凸サイズは、その波長を1/4倍したもの約7.5~17.5%の範囲である。すなはち0.1~0.5 μmの範囲が最も好みい。

【0022】下地導電層2として、透明導電性樹脂物質を形成することも可能である。図2は、常圧の熱CVD法によって500°Cのガラス基板1上に形成したFドーブSnO2の表面テクスチャ構造を示す透過型電子顕微鏡(TEM)写真である。図2において、下地導電層2

【0023】図3は、図2に示されているような下地導電2の裏面テクスチャ構造における凹凸の分布をA-F-M(盾子側力剛線鏡)を用いて測定した結果を示すグラフである。このグラフにおいて、縦軸は凹表面の最も突出した点を基準に定められた0レベルから深いさ(△m)を表わし、横軸はその深さの位置に存在する自由表面の相対的頻度を表わしている。この測定は、5000スキャンすることによって行われている。図3のグラフで示すSの凹凸の平均レベルは、他のSの0.1レベル。

から約1.5~9 nmの深さにあり、最も深い凹部が約3.1~8 nmであることがわかる。

ら、この多結晶光電変換層の実効光学長は、その傾向の一
1.20倍に増大している。ここで、実効光学長は、シリ
コン単結晶の吸収係数から求めた吸収長と光電変換面
の100 nm以上の波長範囲の内部量子効率の逆数と
して求められる。
[0027] 図1構造を有する薄膜光電変換層の一
例として、TCO層2上に、300 nmのAl薄膜3；
5原子%の水素を含み2 μmの厚さを有する多結晶
Si光電変換層4；および80 nmのITOからなる透明
導電層5を直線回帰することによって得られる直線の勾配の逆数

実験装置は、 2.8 MV の開放電圧、 0.45 V の開放電流、 0.1 pA の開放電流密度のものを用いた。このように、図-1に示されているような構造を持つ薄膜光電変換装置において、プラスチック CVD 法で形成された多結晶光電変換層 4 が $0.1 \text{ } \mu\text{m}$ の厚さで、 9% の変換効率を有することができた。
 図-1 および図-2 に示されている薄膜光電変換装置において、 0.45 V の開放電圧、 0.1 pA の開放電流密度のときに得られる開放電圧が得られ、 $1 \text{ 原子光}/\text{cm}^2$ 以上で $1.5 \text{ 原子光}/\text{cm}^2$ 以下で 0.5 V 以上の開放電圧を有するときには 0.5 V 以上の開放電圧を有することができる。これは、多結晶光電変換層 4 が水素原子を含むことによるものと考へられる。水素原子の含有量は、 $2.2 \text{ }\mu\text{m}^2/\text{cm}^2$ の開放電圧が低減せられ得ることによって評価することができる。

先的に膨張させることにより、特に長波長の光に関する光吸収量を増大させることができ。[0020]ここで、光が空気側から固体導体質に入射する場合、光はその波長に近いサイズの表面凹凸導体との類似しているが裏面テクスチャ導体が金属性反射層3とを含まない薄膜光電変換装置の吸収特性を表わしている。図4から明らかのように、図1に示されているような光閉込め構造を有する薄膜光電変換装置においては、

近赤外領域で顕著な光吸収を生じることが理解されよう。

【0025】図5は、図1に示されているような光閉込め構造を有する導光電気変換装置の外部量子効率を示している。図5において横軸は光の波長(λ nm)を表わし、縦軸は外部量子効率を表わしている。曲線5Aは図1に示されているような導光電気変換装置の外部量子効率を表わし、曲線5Bは、図1に類似しているガラスクチャップと金属反射板を組合して構成するガラス電気変換装置の外部量子効率を表わしている。図5から明らかなように、図1に示されているドウガラサ半導体から出る光の強度が、界面3Sにおける高底差は0.08~1.0μmの範囲内にあることより好ましい。

【0026】また、多結晶シリコン導體の厚さがたとえ2.0μmの場合、入射光のうちで、そのシリコン導體のは2.0μmの場合、入射光のうちで、そのシリコン導體のは

裏面まで到達してその裏面と裏面との間の多重反射で閉じ込められる光は約500 nm以上の波長を有するものである。他方、シリコンに吸収されて光電変換に実質的な等寄りの光の波長は長波長側で約1 000 nmまでである。ここで500～1 000 nmの波長域ではシリコン層の屈折率は約3.5であるので、光散乱が強くなるための表面テクスチャのさらにはましい凹凸ディテール、その波長を1／n倍したもののが約7.5～17.5 %の範囲であって、すなわち0.1～5 μmの範囲が最も好ましい。

を形成することも可能である。図2は、常圧の熱CVD法によって500°Cのガラス基板1上に堆積したFD-
TSV02の表面テクスチャ構造を示す透視型電子顕微鏡(TEM)写真である。図2において、下地導電層2の凹面表面2Sを明瞭に観察することができる。

[0023] 図3は、図2に示されているような下地導電層2の表面テクスチャ構造における凹凸の分布をAFM(原子間力顕微鏡)を用いて測定した結果を示すグラフである。このグラフにおいて、縦軸は凹凸表面の最も突出した点を基準に定められた0レベルからの深さ(nm)である。このグラフにおいて、縦軸は凹凸表面の最も突出した点を基準に定められた0レベルからの深さ(nm)である。

で、 R_s は光電変換装置の版刷版反射率を表わし、 T_s は透視率を表わしている。図4Aは版刷版反射率を表わし、図4Bは光電変換装置の特性を表わす。曲線4Aは、図1を示すが、水素が水素原子を含むことによって、光電変換装置の水素が低圧で存在する場合と比較して、水素の吸光率は、2次オイノン管分子分析によつて測定した。

ノルマニヤ

としてはT₁が用いられた。曲線9A, 9B, 9Cは、それぞれ、80 nm, 1000 nm, および0 nmの厚さを有するZnOのバッファ層3aを含む光電変換装置にに対して分光光度計で測定した結果である。曲線9Aと曲線9Cの比較から明らかなように、80 nmの厚さを有するZnOのバッファ層3aを含む光電変換装置は、そのようなバッファ層を含む光電変換装置に比べて分光光度が著しく増大していることがわかる。しかし、曲線9Aと9Bの比較から明らかなように、ZnOのバッファ層3aの厚さが100 nmに増大させられた場合には、80 nmの厚さのZnOバッファ層の場合には、逆に分光光度が低下することがわかる。このような調査から、バッファ層3aの厚さが0.005~0.15 μ mの範囲内にあることが好ましい。

[0034] このランデム型光電変換装置は、1.3~5mAの短絡電流、1~4Vの開放電圧、および1.3~8%の変換効率を有していた。すなわち、図7の薄膜光電変換装置に比べて、図10のランデム型薄膜光電変換装置では、短絡電流が減少するが高い開放電圧を得ることが可能であり、また短波長の光をアモルファス光電変換層6で受け、また長波長の光を多結晶光電変換層4で受けることができるので、光電変換率も著しく改善されることがわかる。

【0035】
【発明の効果】以上のように、本発明によれば、光吸収係数、特に長波長域における光吸収係数が改善され、薄膜光電変換装置を提供することができ、その導電性光電変換装置においては大きな短絡電流および高い開放電圧が得られるとともに、高い光電変換効率を得ることができる。
【面団の簡単な説明】
【図1】本発明の1つの実施の形態による薄膜光電変換装置を断面的に示す面図である。

【図2】図1における下地導電体2の断面の結晶導電部を示す透過電子顕微鏡写真図である。【図3】図2に示されているような下地導電層の裏面テクスチャ導電部を裏すグラフである。

【図4】図1に示されているような導電光電変換装置における光的な取扱特性を示すグラフである。

【図1】図7に示されているような複屈折光電変換装置の
モルファス光電変換器

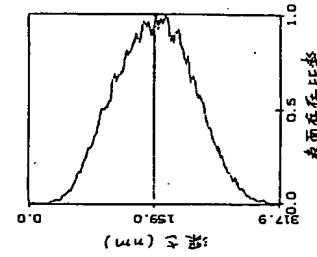
【図3】

[図5]

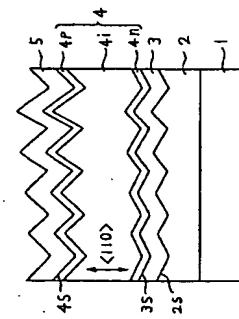
[図4]

6

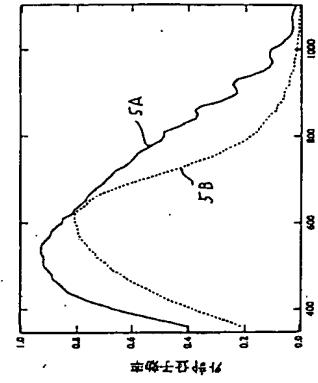
[四三]



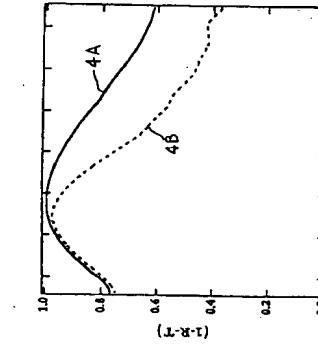
十一



51



四四



၁၁၁

【図面の簡単な説明】
【図1】本発明の1つの実施の形態による薄膜光変換装置を概略的に示す断面図である。

140

【図1】本発明の1つの実施の形態による薄膜光電変換装置を概略的に示す断面図である。

(7)

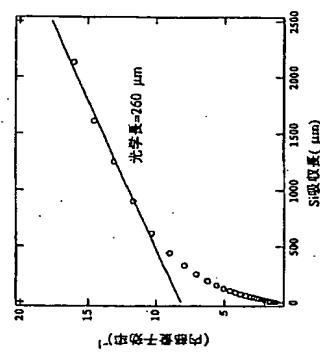
[図2]

図面代用写真



2

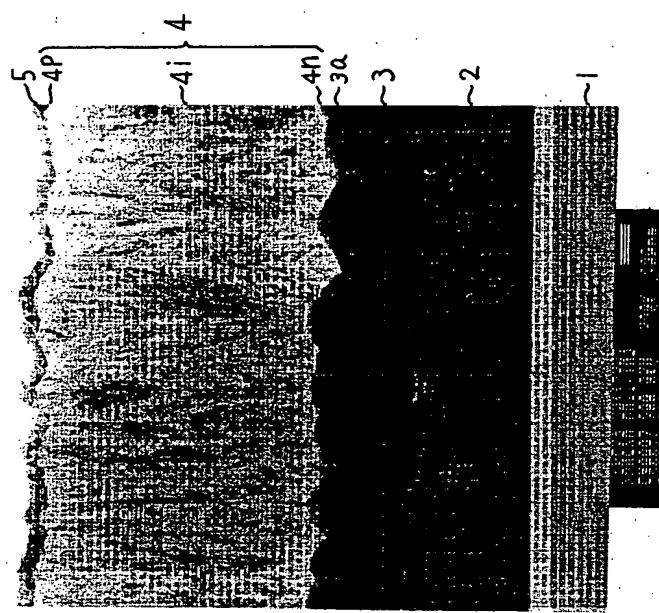
[図6]



(8)

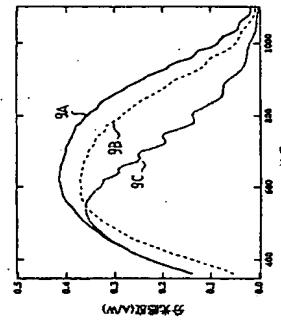
[図8]

図面代用写真

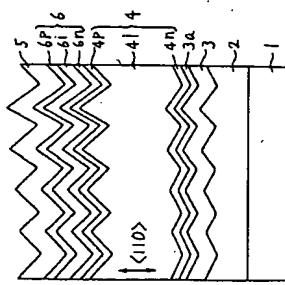


1

[図9]



[図10]



[図7]

